

**中华人民共和国国家计量技术规范**

JJF××××—××××

**光伏用室内标准照明光源校准规范**

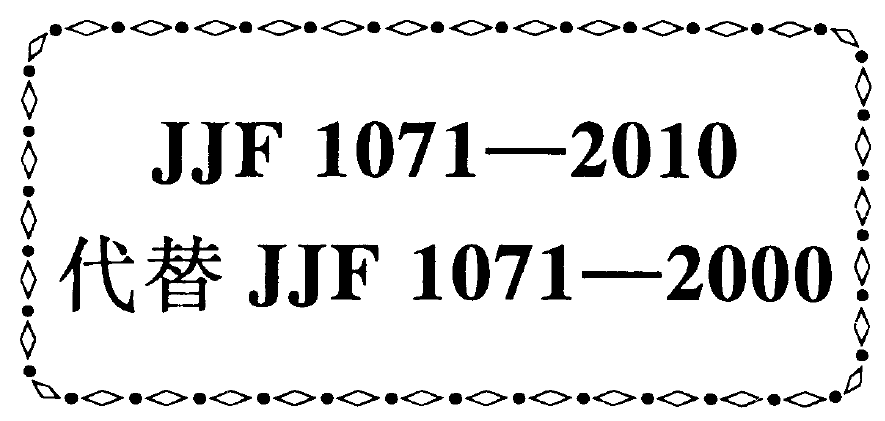
**Calibration Specification for Photovoltaic Indoor Standard Lighting Source**

（征求意见稿）

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

**国家市场监督管理总局 发布**

光伏用室内标准照明光源校准规范



**JJF ××××-××××**

Calibration Specification for Photovoltaic

Indoor Standard Lighting Source

**归 口 单 位：**全国光伏专用计量器具计量技术委员会

**主要起草单位：**福建省计量科学研究院

隆基绿能科技股份有限公司

**参与起草单位：**广东脉络能源科技有限公司

中国计量科学研究院

华侨大学发光材料与信息显示研究院

本规范委托全国光伏专用计量器具计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

黎健生（福建省计量科学研究院）

陈彩云（福建省计量科学研究院）

黄艳梅（隆基绿能科技股份有限公司）

**参加起草人：**

何 翔（福建省计量科学研究院）

吴绍航（广东脉络能源科技有限公司）

孟海凤（中国计量科学研究院）

魏展画（华侨大学发光材料与信息显示研究院）

目 录

[1 范围 1](#_Toc211869118)

[2 引用文件 1](#_Toc211869119)

[3术语 1](#_Toc211869120)

[4 概述 1](#_Toc211869121)

[5计量特性 2](#_Toc211869122)

[5.1 光谱匹配度 2](#_Toc211869123)

[5.2 照度值不均匀度 2](#_Toc211869124)

[5.3照度值不稳定度 2](#_Toc211869125)

[6校准条件 3](#_Toc211869126)

[6.1 环境条件 3](#_Toc211869127)

[6.2 测量标准及其他设备 3](#_Toc211869128)

[7 校准项目和校准方法 3](#_Toc211869129)

[7.1 校准项目 3](#_Toc211869130)

[7.2校准方法 3](#_Toc211869131)

[8校准结果表达 6](#_Toc211869132)

[9复校时间间隔 7](#_Toc211869133)

[附录A 测量不确定度评定示例 8](#_Toc211869134)

[附录B 校准原始记录推荐格式 15](#_Toc211869135)

[附录C 校准结果内页推荐格式 19](#_Toc211869136)

[附录D 参考室内照明光谱分布数据 21](#_Toc211869137)

引 言

JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》共同构成制定本校准规范的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

光伏用室内标准照明光源校准规范

## 1 范围

本规范适用于光伏用室内标准照明光源（如A光源、D65光源、U30光源、CWF光源及TL84光源等）的性能校准，其他不同应用环境下的室内照明光源可参照执行。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

IEC 60904-9 2020光伏器件 第9部分：太阳模拟器性能分级（Photovoltaic devices - Part 9: Classification of solar simulator characteristics）

SEMI PV80-0622新型光伏电池和钙钛矿太阳能电池的室内照明模拟器要求规范（Specification of indoor lighting simulator requirements for emerging photovoltaic and perovskite solar cell (PSC)）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3术语

3.1 光谱匹配度 spectral match

室内标准照明光源的光谱与参考室内照明光谱分布的比值。

3.2 照度值不均匀度 illuminance non-uniformity

在整个有效工作区域内，室内标准照明光源的照度值最大值和最小值之间的相对偏差。

3.3 照度值不稳定度 illuminance instability

在整个有效工作区域内任意给定位置上，在规定的时间间隔内，室内标准照明光源的照度值最大值和最小值之间的相对偏差。

## 4 概述

室内标准照明光源是光伏电池在室内照明条件下光电转换效率评估用的一种光源设备，通常由暗箱、光源、匀光导光板、照度计等部件组成，如图1所示。本规范评估室内标准照明光源性能的计量特性主要包括三个方面：光谱匹配度、照度值不均匀度和照度值不稳定度。

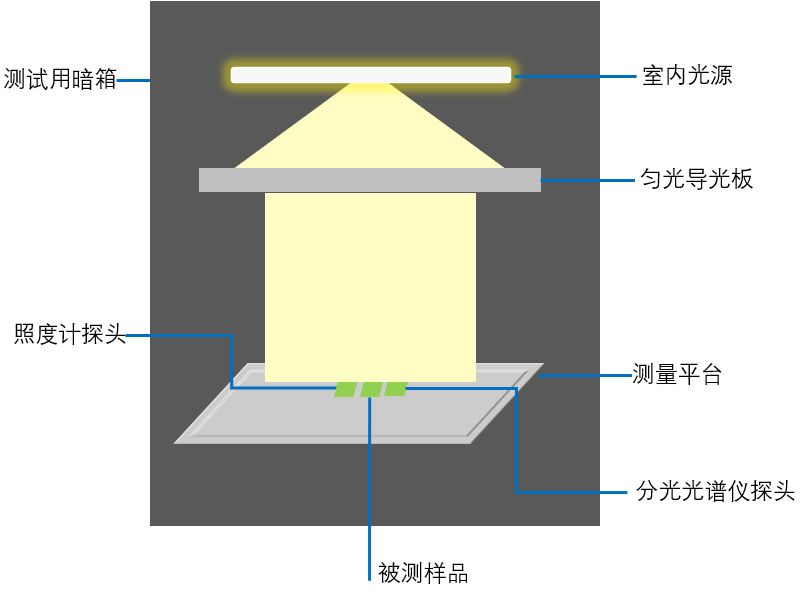


图1典型的室内标准照明光源系统

## 5计量特性

## 5.1 光谱匹配度

范围：0.4～2.0。

光谱匹配度等级划分标准如表1所示：

表1 光谱匹配等级划分

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 光谱匹配度 |
| 有效光谱范围300 nm ~ 780 nm |
| A | [0.75,1.25] |
| B | [0.6,0.75)或者(1.25,1.4] |
| C | [0.4,0.6)或者(1.4,2.0] |

## 5.2 照度值不均匀度

范围：0～10%。

## 5.3照度值不稳定度

范围：0~10%。

照度值不均匀度和照度值不稳定度等级划分标准如表2所示：

表2 照度值不均匀度和不稳定度的等级划分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 照度值不均匀度 | 照度值不稳定度 |
|
| A | [0,2%] | [0,2%] |
| B | (2%,5%] | (2%,5%] |
| C | (5%,10%] | (5%,10%] |

注：以上指标不作为符合性判定依据，仅供参考。

## 6校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1温度：校准过程中温度变化范围为23℃±5℃。

6.1.2湿度：≤80%RH。

6.1.3电源电压：交流电源[220(1±10%)] V。

6.1.4其他条件：环境清洁通风，无影响仪器正常工作的电磁场、机械振动，光学暗室条件。

## 6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备的主要技术指标见表3。

表3测量标准及其他设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分类 | 名称 | 测量范围 | 主要技术指标 |
| 标准  设备 | 光照度计 | （50～3000）lx | *U*rel=1.8%，*k*=2 |
| 光谱仪 | （300～780）nm | (300～360)nm: *U*rel=7.6% (*k*=2) ；  (360～780)nm: *U*rel=5.7% (*k*=2) |

## 7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

校准项目及对应的校准方法条款见表4。

表4 校准项目列表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法对应条款号 |
| 1 | 光谱匹配度 | 7.2.2 |
| 2 | 照度值不均匀度 | 7.2.3 |
| 3 | 照度值不稳定度 | 7.2.4 |
| 注：可根据实际应用需要，选择要校准的计量特性项目。 | | |

## 7.2校准方法

7.2.1 校准前准备

a) 外观检查，检查被校准室内标准照明光源设备整体外观的清洁程度，表面有无缺损和变形，排除影响测量结果的因素。

b) 核查被校准室内标准照明光源的名称、规格型号、生产厂商、出厂编号等信息。

c) 检查被校准室内标准照明光源的工作状态，开机后至少需要暖灯半小时直至光源处于稳定的工作状态，如切换光源类型，需重暖灯步骤。

7.2.2 光谱匹配度的校准

7.2.2.1 校准步骤

a) 采用光谱仪测量室内标准照明光源在整个有效工作区域内的4个点位的光谱辐照度分布，测量点位如图2所示。对于矩形测量区域，测量点位为中心、左上角、右边线中点和下边线中点；对于圆形测量区域，测量点位为中心、圆周边上三等分点。每个测量点离测量区域边缘不超过5mm。

图2矩形测量区域（左）和圆形测量区域（右）的光谱辐照度测量点位

b) 计算各个波长范围的光谱辐照度占总辐照度的百分比（即辐照度占比）。将计算得到的辐照度占比与表5规定的参考室内照明光谱的辐照度占比的比值作为光谱匹配度。

表5 参考室内照明光谱的辐照度分布

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长范围 (nm) | 不同室内光源类型各个波长范围的光谱辐照度占总辐照度的百分比(%) | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 300-450 | 3.78 | 20.31 | 11.40 | 17.99 | 15.18 |
| 450-650 | 40.15 | 45.35 | 81.72 | 76.73 | 79.13 |
| 650-780 | 56.06 | 34.34 | 6.88 | 5.29 | 5.69 |

注：参考SEMI PV80-0622

被校准的室内照明光源光谱匹配度的计算如公式（1）所示。

（1）

式中：

*SM*——光谱匹配度，无量纲；

——特定波段的起始波长，nm；

——特定波段的截止波长，nm；

——被校准室内标准照明光谱在特定波长下单位波长的光谱辐照度, Wm-2nm-1；

—— SEMI PV80-0622规定的参考室内照明光谱在特定波长下单位波长的光谱辐照度, Wm-2nm-1。

注：SEMI PV80-0622规定的参考室内照明光谱数据见附录D。

7.2.2.2 数据处理

上述计算得到的各个波长范围的光谱匹配度与表1中的数值进行比较，被校准的室内标准照明光源的光谱匹匹配度等级由各测量点位以及各波长范围中最差的光谱匹配度等级来评定。

7.2.3照度值不均匀度的校准

7.2.3.1校准步骤

1. 采用光照度计作为照度值不均匀度的测量设备。将室内标准照明光源的整个有效工作区域划分成若干个小区域（即为测测试点位），划分点位一般按*n*×m的矩阵分布。*n*和*m*的大小由室内标准照明光源的整个有效工作区域的实际面积和光照度计感光区域面积决定。划分后的每个小区域的最大边长不超过光照度计感光区域最大边长5mm。光照度计测量时所覆盖的面积须覆盖全部有效工作区域面积。
2. 采用光照度计测量各个点位的照度值，找出有效辐照区域内的照度值最大值和最小值，根据公式(2)计算照度值不均匀度：

（2）

式中：

*U*——室内标准照明光源照度值不均匀度，%；

——有效辐照区域内的照度值最大值，lx；

——有效辐照区域内的照度值最小值，lx。

7.2.3.2数据处理

上述计算得到的照度值不均匀度与表2中的分级规定对照，确定室内标准照明光源照度值不均匀度等级。

7.2.4照度值不稳定度

7.2.4.1校准步骤

a) 将光照度计置于有效测试区域内的任意位置。

b) 采用光照度计连续测量20 min的照度值，数据记录间隔不大于10 S，找出该段时间内的照度值最大值和最小值，根据公式(3)计算照度值不稳定度：

（3）

式中：

*S*——室内标准照明光源照度值不稳定度；

——指定的时间段内的照度值最大值，lx；

——指定的时间段内的照度值最小值，lx。

7.2.4.2数据处理

上述计算得到的照度值不稳定度，与表2中的照度值不稳定度分级规定对照，确定室内标准照明光源照度值不稳定度的等级。

## 8校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包含以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称以及地址；

f) 被校准对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校准对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校准样品的抽样程序进行说明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及其测量不确定度的说明；

m) 对校准规范的偏离的说明；

n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o) 校准结果仅对被校准对象的有效性说明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## 9复校时间间隔

复校时间间隔是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔最长不超过1年。

## 附录A 测量不确定度评定示例

**测量不确定度评定示例**

本附录以U30光源为例，对光伏用室内标准照明光源的光谱匹配度、照度值不均匀度及照度值不稳定度进行测量不确定度评定示例分析。测量用标准器为光谱仪和光照度计。

A.1光谱匹配度校准结果的不确定度评定

A.1.1测量模型

（A.1）

式中：

*SM*——光谱匹配度；

——特定波段的起始波长，nm；

——特定波段的截止波长，nm；

——被校准室内标准照明光谱在特定波长下单位波长的光谱辐照度, Wm-2nm-1；

—— SEMI PV80-0622规定的参考室内照明光谱在特定波长下单位波长的光谱辐照度, Wm-2nm-1。

A.1.2标准不确定度分量的评定

1）光谱匹配度测量重复性引入的标准不确定度分量*u*1(*SM*)

表A1 测量重复性引入的不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序数 | *SM*（300nm～450nm） | *SM*（450nm～650nm） | *SM*（650nm～780nm） |
| 1 | 0.8432 | 1.0245 | 0.9689 |
| 2 | 0.8427 | 1.0247 | 0.9701 |
| 3 | 0.8431 | 1.025 | 0.9686 |
| 4 | 0.8430 | 1.0257 | 0.9698 |
| 5 | 0.8423 | 1.0255 | 0.9689 |
| 6 | 0.8432 | 1.0251 | 0.9692 |
| 7 | 0.8447 | 1.0246 | 0.9696 |
| 8 | 0.8440 | 1.0248 | 0.9689 |
| 9 | 0.8437 | 1.0253 | 0.9698 |
| 10 | 0.8424 | 1.0245 | 0.9689 |
| 平均值 | 0.8432 | 1.0250 | 0.9693 |
| 实验标准差 | 0.074% | 0.043% | 0.051% |

则采用公式（A.2）计算分波段的实验标准偏差：

（A.2）

校准时通常采用单次测量数值作为测量结果，因此，由重复性引入的标准不确定度分量*u*1(*SM*)=。

分波段的标准不确定度分量*u*1(*SM*)数值如表A2所示。

表A2 分波段的标准不确定度分量*u*1(*SM*)

|  |  |
| --- | --- |
| 波段 | *u*1(*SM*) |
| 300nm～450nm | 0.074% |
| 450nm～650nm | 0.043% |
| 650nm～780nm | 0.051% |

2）光谱仪辐照度校准引入的标准不确定度分量*u*2(*SM*)

校准所采用的光谱仪标准器，其校准证书的相对扩展不确定度为(250～360)nm: *U*rel=7.6% (*k*=2)；(360～780)nm: *U*rel=5.7% (*k*=2)。因此，由光谱仪校准引入的标准不确定度分量*u*2(*SM*)的计算如公式（A.3）所示：

（A.3）

计算结果如表A3所示。

表A3 光谱仪校准引入的标准不确定度分量*u*2(*SM*)

|  |  |
| --- | --- |
| 波段 | *u*2(*SM*) |
| 300nm～360nm | 3.20% |
| 360nm～780nm | 2.85% |

3）光纤光谱仪探测器余弦修正引入的标准不确定分量*u*3(*SM*)

引用相关经验分析结果，光纤光谱仪探测器余弦修正引入的标准不确定分量*u*3(*SM*)=0.7%。

4）温度偏差引入的标准不确定度分量*u*4(*SM*)

根据本规范规定的校准环境条件，温度偏差允许范围为±5℃。引用相关经验分析结果，*u*4(*SM*)=0.15%。

光谱匹配度测量的标准不确定度分量汇总见表A4。

表A4 光谱匹配度测量的标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测量不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 数值 |
|  | 光谱匹配度测量重复性 | *u*1(*SM*) | 300nm～450nm：0.074%；  450nm～650nm：0.043%；650nm～780nm：0.051% |
|  | 光谱仪辐照度校准 | *u*2(*SM*) | 300nm～360nm：3.20%；  360nm～780nm：2.85%； |
|  | 光纤光谱仪探测器余弦修正 | *u*3(*SM*) | 0.7% |
|  | 温度偏差 | *u*4(*SM*) | 0.15% |

A.1.3合成标准不确定度

由于各不确定度分量互不相关，因此合成标准不确定度的计算如公式（A.5）所示：

（A.5）

计算结果如表A5所示。

表A5 合成标准不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 波段 |  |
| 300nm～360nm | 3.28% |
| 360nm～450nm | 2.94% |
| 450nm～650nm | 2.94% |
| 650nm～780nm | 2.94% |

A.1.4 扩展不确定度

扩展不确定度*U*)的计算如公式（A.6）所示：

*U*) = ×*k* (*k*=2) （A.6）

相对扩展不确定度*U*rel()的计算如公式（A.7）所示：

（A.7）

扩展不确定度计算结果如表A6所示。

表A6 扩展不确定度计算结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 波段 | *U*) |  |
| 300nm～360nm | 6.56% | 7.8% |
| 360nm～450nm | 5.88% | 7.0% |
| 450nm～650nm | 5.88% | 5.8% |
| 650nm～780nm | 5.88% | 6.1% |

A.2照度值不均匀度校准结果的不确定度评定

A.2.1 测量模型

（A.8）

式中：

*U*——室内标准照明光源照度值不均匀度；

——有效辐照区域内的照度值最大值，lx；

——有效辐照区域内的照度值最小值，lx。

A.2.2 标准不确定度分量的评定

1）照度值不均匀度测量重复性引入的标准不确定度分量*u*1(*U*)

表A7 照度值不均匀度测量重复性引入的不确定度分量

|  |  |
| --- | --- |
| 序数 | 照度值不均匀度（%） |
| 1 | 2.12% |
| 2 | 2.09% |
| 3 | 2.15% |
| 4 | 2.13% |
| 5 | 2.11% |
| 6 | 2.10% |
| 7 | 2.14% |
| 8 | 2.12% |
| 9 | 2.08% |
| 10 | 2.13% |
| 平均值 | 2.12% |

则单次测量结果的实验标准偏差为：

0.022% （A.9）

测量时一般采用单次测量值作为测量结果，因此，由重复性引入的标准不确定度分量*u*1(*U*)==0.022%。

2）光照度计溯源引入的标准不确定度分量*u*2(*U*)

查阅校准用标准器光照度计的溯源证书，其在全照度值范围内的最大*U*rel=1.8%（*k*=2）,则由光照度计溯源引入的标准不确定度分量*u*2(*U*)为：

= 0.9% （A.10）

3）环境温度偏差引入的标准不确定度分量*u*3(*U*)

规定环境温度需要控制在23℃±5℃，温度波动会导致照度计的线性范围漂移，温度偏离后可能出现非线性偏差，进而影响不均匀度测量中照度最大值及最小值的准确读取，因此由温度波动引入的偏差估计为0.15%，按均匀分布考虑，取*k*=，则：

（A.11）

4）测量点位实际偏差引入的标准不确定度分量*u*4(*U*)

要求测量点位覆盖的有效工作区域为100%，假设按8×8的矩阵分布，估算实际放置位置的偏差为0.5%，按均匀分布考虑，取*k*=，则：

0.289% （A.12）

照度值不均匀度测量的标准不确定度分量汇总见表A8。

表A8 照度值不均匀度测量的标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测量不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 数值（%） |
| 1 | 照度值不均匀度测量重复性 | *u*1(*U*) | 0.022 |
| 2 | 光照度计溯源 | *u*2(*U*) | 0.9 |
| 3 | 环境温度偏差 | *u*3(*U*) | 0.087 |
| 4 | 测量点位实际偏差 | *u*4(*U*) | 0.289 |

A.2.3合成标准不确定度

由于各不确定度分量互不相关，因此合成标准不确定度为：

（A.13）

A.2.4扩展不确定度

扩展不确定度*U*为：

*U* =×*k*= 1.9% (*k*=2) （A.14）

A.3照度值不稳定度校准结果的不确定度评定

A.3.1 测量模型

（A.15）

式中：

*S*——室内标准照明光源照度值不稳定度；

——指定的时间段内的照度值最大值，lx；

——指定的时间段内的照度值最小值，lx。

A.3.2 标准不确定度分量的评定

1. 照度值不稳定度测量重复性引入的标准不确定度分量*u*1(*S*)

表A9 照度值不稳定度测量重复性引入的不确定度分量

|  |  |
| --- | --- |
| 序数 | 照度值不稳定度(%) |
| 1 | 0.91 |
| 2 | 0.90 |
| 3 | 0.92 |
| 4 | 0.91 |
| 5 | 0.90 |
| 6 | 0.91 |
| 7 | 0.89 |
| 8 | 0.90 |
| 9 | 0.90 |
| 10 | 0.91 |
| 平均值 | 0.91 |

则单次测量结果的实验标准偏差为：

（A.16）

测量时一般采用单次测量值作为测量结果，因此，由重复性引入的标准不确定度分量*u*1(*S*)==0.01%。

1. 光照度计溯源引入的标准不确定度分量*u*2(*U*)

查阅校准用标准器光照度计的溯源证书，其在全照度值范围内的最大*U*rel=1.8%（*k*=2）,则由光照度计溯源引入的标准不确定度分量*u*2(*S*)为：

= 0.9% （A.17）

1. 环境温度偏差引入的标准不确定度分量*u*3(*S*)

规定环境温度需要控制在23℃±5℃，温度波动会导致照度计的线性范围漂移，温度偏离后可能出现非线性偏差，进而影响不稳定度测量中照度最大值及最小值的准确读取，因此由温度波动引入的偏差估计为0.15%，按均匀分布考虑，取*k*=，则：

（A.18）

1. 光源固有的波动引入的标准不确定度分量*u*4(*S*)

室内标准照明光源系统由暗箱、光源等部件组成，即便在暖灯稳定后，光源自身仍可能存在微小的短期输出波动，如电流漂移、灯管衰减后的波动等，参考行业对室内光源短期稳定性的测量数据，估算该分量为

照度值不稳定度测量的标准不确定度分量汇总见表A10。

表A10 照度值不稳定度测量的标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测量不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 数值（%） |
| 1 | 照度值不稳定度测量重复性 | *u*1(*S*) | 0.01 |
| 2 | 光照度计溯源 | *u*2(*S*) | 0.9 |
| 3 | 环境温度偏差 | *u*3(*S*) | 0.087 |
| 4 | 光源固有的波动 | *u*4(*S*) | 0.3 |

A.3.3合成标准不确定度

由于各不确定度分量互不相关，因此合成标准不确定度*uc*(*S*)为：

A.3.4扩展不确定度

扩展不确定度*U*()为：

*U*() =×*k*=1.9% (*k*=2)

## 附录B 校准原始记录推荐格式

**校 准 原 始 记 录 推 荐 格 式**

|  |  |
| --- | --- |
| 证书编号 | 记录编号 |
| 委托单位 | 委托单位地址 |
| 仪器型号/规格 | 出厂编号 |
| 制造厂 | 校准地点 |
| 校准依据 | |
| 校准环境条件：温度 | 湿度 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准所使用的主要测量仪器 | | | | | | | |
| 序号 | 仪器名称 | 型号 | 仪器编号 | 测量范围 | 溯源机构名称/证书编号 | 不确定度/或准确度等级/或最大允许误差 | 有效期限 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

B.1 外观检查

B.2 校准原始记录数据

B.2.1 光谱匹配度校准

1

3

2

4

图1 光谱辐照度测量点位示意图

B.2.1.1 点位1处的光谱匹配度

图2 点位1处的光谱辐照度分布图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长范围 (nm) | 参考室内照明光谱各波段的辐照度占比(%) | | | | | 被校准室内标准照明光源各波段的辐照度占比（%） | | | | | 光谱匹配度 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 300-450 | 3.78 | 20.31 | 11.40 | 17.99 | 15.18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 450-650 | 40.15 | 45.35 | 81.72 | 76.73 | 79.13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 650-780 | 56.06 | 34.34 | 6.88 | 5.29 | 5.69 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

B.2.1.2 点位2处的光谱匹配度

图3 点位2处的光谱辐照度分布图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长范围 (nm) | 参考室内照明光谱各波段的辐照度占比(%) | | | | | 被校准室内标准照明光源各波段的辐照度占比（%） | | | | | 光谱匹配度 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 300-450 | 3.78 | 20.31 | 11.40 | 17.99 | 15.18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 450-650 | 40.15 | 45.35 | 81.72 | 76.73 | 79.13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 650-780 | 56.06 | 34.34 | 6.88 | 5.29 | 5.69 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

B.2.1.3 点位3处的光谱匹配度

图4 点位3处的光谱辐照度分布图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长范围 (nm) | 参考室内照明光谱各波段的辐照度占比(%) | | | | | 被校准室内标准照明光源各波段的辐照度占比（%） | | | | | 光谱匹配度 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 300-450 | 3.78 | 20.31 | 11.40 | 17.99 | 15.18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 450-650 | 40.15 | 45.35 | 81.72 | 76.73 | 79.13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 650-780 | 56.06 | 34.34 | 6.88 | 5.29 | 5.69 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

B.2.1.4 点位4处的光谱匹配度

图5 点位4处的光谱辐照度分布图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长范围 (nm) | 参考室内照明光谱各波段的辐照度占比(%) | | | | | 被校准室内标准照明光源各波段的辐照度占比（%） | | | | | 光谱匹配度 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 300-450 | 3.78 | 20.31 | 11.40 | 17.99 | 15.18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 450-650 | 40.15 | 45.35 | 81.72 | 76.73 | 79.13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 650-780 | 56.06 | 34.34 | 6.88 | 5.29 | 5.69 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

B.2.2 照度值不均匀度校准

图6 不均匀度校准区域划分示意图

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | *n* |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |  |  |  |
| *n* |  |  |  |  |  |  |  |

照度值不均匀度*U*=（*L*u,max - *L*u,min）/（*L*u,max + *L*u,min）×100%，其中*L*u,max = ；*L*u,min = 。

B.2.3 照度值不稳定度校准

图7 20min内照度值不稳定度曲线图

照度值不稳定度*S*=（*L*s,max – *L*s,min）/（*L*s,max + *L*s,min）×100%，其中*L*s,max = ；*L*s,min = 。

B.3 不确定度描述

1. 光谱匹配度： *U*rel= % (*k*=2);

2. 照度值不均匀度：*U*rel= % (*k*=2);

3. 照度值不稳定度：*U*rel= % (*k*=2)。

|  |  |
| --- | --- |
| 校准员 | 核验员 |
| 校准日期 | 核验日期 |

## 附录C 校准结果内页推荐格式

**校 准 结 果 内 页 推 荐 格 式**

证 书 编 号 \* \* \* \* \* \* \* \* - \* \* \* \*

**校 准 结 果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 校准结果   1. 光谱匹配度  图1被校准室内标准照明光源与参考室内照明光谱辐照度分布图   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 波长范围 (nm) | 参考室内照明光谱  各波段的辐照度占比(%) | | | | | 被校准室内标准照明光源各波段的辐照度占比（%） | | | | | 光谱匹配度 | | | | | | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | A | D65 | U30 | CWF | TL84 | | 300-450 | 3.78 | 20.31 | 11.40 | 17.99 | 15.18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 450-650 | 40.15 | 45.35 | 81.72 | 76.73 | 79.13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 650-780 | 56.06 | 34.34 | 6.88 | 5.29 | 5.69 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   2. 照度值不均匀度校准  图2 不均匀度校准区域划分示意图   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | *n* | | 1 |  |  |  |  |  |  |  | | 2 |  |  |  |  |  |  |  | | 3 |  |  |  |  |  |  |  | | 4 |  |  |  |  |  |  |  | | 5 |  |  |  |  |  |  |  | | ... |  |  |  |  |  |  |  | | *n* |  |  |  |  |  |  |  |   照度值不均匀度*U*=（*L*u,max - *L*u,min）/（*L*u,max + *L*u,min）×100%，其中*L*u,max = ；*L*u,min = 。  3. 照度值不稳定度校准  图3 20min内照度值不稳定度曲线图  照度值不稳定度*S*=（*L*s,max – *L*s,min）/（*L*s,max + *L*s,min）×100%，其中*L*s,max = ；*L*s,min = 。   1. 结论  |  |  |  | | --- | --- | --- | | 光谱匹配度（A/D65/U30/CWF/TL84） | 照度值不均匀度 | 照度值不稳定度 | | 在300 nm~450 nm范围内（ ）  在450 nm~650 nm范围内（ ）  在650 nm~780 nm范围内（ ） | 在 cm× cm的测试面内辐照度不均匀度为 。 |  | | 等级（ ） | 等级（ ） | 等级 （ ） |  1. 不确定度描述   1. 光谱匹配度： *U*rel= % (*k*=2);  2. 照度值不均匀度：*U*rel= % (*k*=2);  3. 照度值不稳定度：*U*rel= % (*k*=2)。 |

第 页 共 页

## 附录D 参考室内照明光谱分布数据

**参考室内照明光谱分布数据**

SEMI PV 80-0622附录2中的参考室内照明光谱分布数据见表D1。

表D1 参考室内照明光谱分布数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长（nm） | 归一化后的室内照明光谱分布 | | | | |
| A |  | A |  | A |
| 300 | 0.00385 | 0.000289 | 0 | 0 | 0 |
| 305 | 0.004668 | 0.014127 | 0 | 0 | 0 |
| 310 | 0.005618 | 0.027964 | 0 | 0 | 0 |
| 315 | 0.006712 | 0.099864 | 0 | 0 | 0 |
| 320 | 0.007966 | 0.171765 | 0 | 0 | 0 |
| 325 | 0.009392 | 0.243139 | 0 | 0 | 0 |
| 330 | 0.011006 | 0.314514 | 0 | 0 | 0 |
| 335 | 0.012821 | 0.326801 | 0 | 0 | 0 |
| 340 | 0.014853 | 0.339089 | 0 | 0 | 0 |
| 345 | 0.017116 | 0.360152 | 0 | 0 | 0 |
| 350 | 0.019623 | 0.381215 | 0 | 0 | 0 |
| 355 | 0.022388 | 0.388543 | 0 | 0 | 0 |
| 360 | 0.025425 | 0.395871 | 0 | 0 | 0 |
| 365 | 0.028746 | 0.419004 | 0 | 0 | 0 |
| 370 | 0.032363 | 0.442137 | 0 | 0 | 0 |
| 375 | 0.036288 | 0.433167 | 0 | 0 | 0 |
| 380 | 0.04053 | 0.424197 | 0.014008 | 0.033734 | 0.012493 |
| 385 | 0.0451 | 0.444028 | 0.009339 | 0.04231 | 0.008649 |
| 390 | 0.050006 | 0.463859 | 0.005837 | 0.052601 | 0.006315 |
| 395 | 0.055257 | 0.583145 | 0.004815 | 0.061464 | 0.00508 |
| 400 | 0.060859 | 0.702432 | 0.017365 | 0.098342 | 0.01771 |
| 405 | 0.066817 | 0.739487 | 0.18211 | 0.448542 | 0.17408 |

表D1 参考室内照明光谱分布数据（续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长（nm） | 归一化后的室内照明光谱分布 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 410 | 0.073137 | 0.776542 | 0.016343 | 0.110063 | 0.021829 |
| 415 | 0.079821 | 0.7848 | 0.013717 | 0.106918 | 0.024574 |
| 420 | 0.086873 | 0.793058 | 0.01576 | 0.119783 | 0.033773 |
| 425 | 0.094293 | 0.764413 | 0.019991 | 0.132075 | 0.045717 |
| 430 | 0.102083 | 0.735768 | 0.025974 | 0.144654 | 0.061642 |
| 435 | 0.110241 | 0.812936 | 0.423902 | 1 | 0.465953 |
| 440 | 0.118766 | 0.890105 | 0.115278 | 0.337621 | 0.166529 |
| 445 | 0.127654 | 0.941636 | 0.038669 | 0.179245 | 0.095415 |
| 450 | 0.136902 | 0.993176 | 0.039545 | 0.189537 | 0.09871 |
| 455 | 0.146506 | 0.996588 | 0.038669 | 0.198113 | 0.097748 |
| 460 | 0.156458 | 1 | 0.036334 | 0.205546 | 0.092257 |
| 465 | 0.166754 | 0.987472 | 0.034 | 0.211549 | 0.084157 |
| 470 | 0.177384 | 0.974952 | 0.030644 | 0.215552 | 0.074959 |
| 475 | 0.188341 | 0.979459 | 0.027871 | 0.217839 | 0.065761 |
| 480 | 0.199616 | 0.983966 | 0.043922 | 0.218696 | 0.077705 |
| 485 | 0.2112 | 0.953782 | 0.158033 | 0.217839 | 0.196183 |
| 490 | 0.223081 | 0.923599 | 0.173355 | 0.217839 | 0.205382 |
| 495 | 0.235249 | 0.925899 | 0.100394 | 0.212979 | 0.123147 |
| 500 | 0.247693 | 0.928208 | 0.050051 | 0.208119 | 0.0648 |
| 505 | 0.260399 | 0.921621 | 0.021742 | 0.204403 | 0.031988 |
| 510 | 0.273357 | 0.915034 | 0.013425 | 0.201544 | 0.020181 |
| 515 | 0.286552 | 0.902251 | 0.01036 | 0.201258 | 0.015102 |
| 520 | 0.299973 | 0.889468 | 0.008755 | 0.204688 | 0.012219 |
| 525 | 0.313604 | 0.901767 | 0.009193 | 0.213551 | 0.011395 |

表D1 参考室内照明光谱分布数据（续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长（nm） | 归一化后的室内照明光谱分布 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 530 | 0.327434 | 0.914075 | 0.016051 | 0.229846 | 0.0162 |
| 535 | 0.341447 | 0.900138 | 0.06654 | 0.253859 | 0.067271 |
| 540 | 0.35563 | 0.8862 | 0.50197 | 0.286164 | 0.54352 |
| 545 | 0.36997 | 0.884672 | 0.954327 | 0.711264 | 1 |
| 550 | 0.38445 | 0.883153 | 0.430177 | 0.4757 | 0.447694 |
| 555 | 0.399058 | 0.865981 | 0.10448 | 0.417095 | 0.10324 |
| 560 | 0.413779 | 0.84881 | 0.044944 | 0.461978 | 0.038852 |
| 565 | 0.4286 | 0.833252 | 0.036043 | 0.502001 | 0.026908 |
| 570 | 0.443505 | 0.817694 | 0.033124 | 0.532304 | 0.022927 |
| 575 | 0.458479 | 0.815376 | 0.074274 | 0.613779 | 0.060818 |
| 580 | 0.473512 | 0.813058 | 0.174522 | 0.651515 | 0.15486 |
| 585 | 0.48859 | 0.782915 | 0.223552 | 0.551458 | 0.202636 |
| 590 | 0.503697 | 0.752772 | 0.20823 | 0.533448 | 0.174767 |
| 595 | 0.518821 | 0.758377 | 0.173063 | 0.506861 | 0.133718 |
| 600 | 0.533953 | 0.763982 | 0.135415 | 0.472842 | 0.100632 |
| 605 | 0.549072 | 0.762253 | 0.179629 | 0.43482 | 0.133443 |
| 610 | 0.564171 | 0.760526 | 1 | 0.394511 | 0.758786 |
| 615 | 0.579241 | 0.752461 | 0.773676 | 0.353345 | 0.584569 |
| 620 | 0.594261 | 0.744395 | 0.214067 | 0.313036 | 0.180945 |
| 625 | 0.609227 | 0.725678 | 0.209835 | 0.275872 | 0.18067 |
| 630 | 0.624127 | 0.706962 | 0.214651 | 0.240137 | 0.168314 |
| 635 | 0.638949 | 0.708705 | 0.094265 | 0.209262 | 0.070154 |
| 640 | 0.653684 | 0.710447 | 0.037502 | 0.180389 | 0.028418 |
| 645 | 0.668319 | 0.694861 | 0.040128 | 0.155232 | 0.032125 |

表D1 参考室内照明光谱分布数据（续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长（nm） | 归一化后的室内照明光谱分布 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 650 | 0.682851 | 0.679275 | 0.060995 | 0.133791 | 0.049149 |
| 655 | 0.697259 | 0.680072 | 0.050197 | 0.114923 | 0.041323 |
| 660 | 0.711546 | 0.68087 | 0.041004 | 0.098628 | 0.034047 |
| 665 | 0.725698 | 0.689626 | 0.035313 | 0.08462 | 0.029379 |
| 670 | 0.739708 | 0.698382 | 0.023931 | 0.072899 | 0.021142 |
| 675 | 0.753566 | 0.681433 | 0.019845 | 0.062607 | 0.018259 |
| 680 | 0.767266 | 0.664484 | 0.021742 | 0.054031 | 0.020044 |
| 685 | 0.780805 | 0.628142 | 0.031227 | 0.046884 | 0.026634 |
| 690 | 0.79417 | 0.591801 | 0.034146 | 0.043739 | 0.027457 |
| 695 | 0.807357 | 0.599813 | 0.020721 | 0.036306 | 0.016474 |
| 700 | 0.820362 | 0.607825 | 0.023493 | 0.031447 | 0.018534 |
| 705 | 0.833181 | 0.619453 | 0.073544 | 0.028302 | 0.056288 |
| 710 | 0.845801 | 0.631082 | 0.101853 | 0.025157 | 0.076606 |
| 715 | 0.858223 | 0.576991 | 0.046549 | 0.021727 | 0.034459 |
| 720 | 0.870446 | 0.522901 | 0.01036 | 0.01944 | 0.007825 |
| 725 | 0.882458 | 0.558048 | 0.004378 | 0.017439 | 0.003707 |
| 730 | 0.894259 | 0.593196 | 0.003794 | 0.016009 | 0.003158 |
| 735 | 0.905845 | 0.615271 | 0.003356 | 0.015437 | 0.002883 |
| 740 | 0.917211 | 0.637346 | 0.004086 | 0.01458 | 0.003295 |
| 745 | 0.928358 | 0.588563 | 0.004086 | 0.013436 | 0.003295 |
| 750 | 0.939278 | 0.539781 | 0.003064 | 0.013436 | 0.002746 |
| 755 | 0.949974 | 0.466891 | 0.002481 | 0.012293 | 0.003295 |
| 760 | 0.960443 | 0.394002 | 0.003064 | 0.01315 | 0.004393 |
| 765 | 0.97068 | 0.480527 | 0.002773 | 0.013436 | 0.003569 |

表D1 参考室内照明光谱分布数据（续）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长（nm） | 归一化后的室内照明光谱分布 | | | | |
| A | D65 | U30 | CWF | TL84 |
| 770 | 0.980689 | 0.567051 | 0.002189 | 0.011435 | 0.002197 |
| 775 | 0.990462 | 0.552525 | 0.001459 | 0.009434 | 0.001647 |
| 780 | 1 | 0.538 | 0.00073 | 0.007719 | 0.001236 |